

EFEKTIFITAS BIO SORBEN KELADI, ECENG GONDOK DAN BATANG PISANG PADA KANDUNGAN FOSFAT LIMBAH LAUNDRY

JKMA

Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas

diterbitkan oleh:

Program Studi S-1 Kesehatan Masyarakat

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas

p-ISSN 1978-3833

e-ISSN 2442-6725

10(1)45-51

@2015 JKMA

<http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/>

Diterima 18 Agustus 2015

Disetujui 19 September 2015

Dipublikasikan 1 Oktober 2015

Zainul Ikhwan¹✉¹Poltekkes Kemenkes Tanjungpinang, Kepulauan Riau

Abstrak

Limbah laundry mengandung fosfat tinggi yang berasal dari sodium tripoly fosfat yang merupakan bahan detergen berfungsi sebagai builder untuk menghilangkan kesadahan air sehingga detergen berfungsi optimal. Kelebihan fosfat mengakibatkan eutrofikasi. Salah satu alternatif menghilangkan pencemaran dengan menggunakan absorpsi tanaman yang dapat berfungsi sebagai biosorben. Tujuan penelitian diketahuinya Efektifitas Biosorben Batang Keladi, Eceng Gondok dan Batang Pisang terhadap Kandungan Fosfat Limbah Cair Laundry Tahun 2015. Jenis penelitian pra-eksperimen dengan desain one group pre posttest. Sub variabel air limbah laundry 100 ml dan biosorben batang keladi, eceng gondok, batang pisang sedangkan variabel adalah penurunan kadar fosfat limbah laundry. Analisis data menggunakan uji one way anova dan regresi multivariate. Hasil rata-rata kadar fosfat air limbah sebelum perlakuan 10,26 mg/L, sedangkan setelah perlakuan mengalami penurunan tertinggi pada biosorben batang pisang dengan penambahan 15 gram terjadi penurunan kadar fosfat sebesar 8,91 mg/L, bioabsorben batang keladi sebesar 5,43 mg/L ; dan ecenggondok 8,44 mg/L. Hasil ini masih melebihi baku mutu 0,2 mg/L (PP No. 82 tahun 2011). Hasil uji anova menunjukkan perbedaan penurunan kadar fosfat limbah cair laundry dengan nilai $p=0,046$ dan biosorben batang pisang paling berpengaruh terhadap penurunan kadar fosfat limbah laundry

Kata Kunci: Biosorben, Fosfat, Limbah Cair Laundry

ADSORBENT EFFECTIVENESS STEM TUBER, WATER HYACINTH AND BANANA STEMS AGAINST PHOSPHATE LAUNDRY LIQUID WASTE

Abstract

Laundry wastewater containing high phosphate derived from tripoly sodium phosphate detergent ingredient. Excess phosphate causes eutrophication. One alternative to eliminate pollution is by using plants that can serve as biosorben. Effectiveness research objectives knowing biosorbent tuber, water hyacinth and banana stems to the content of Phosphate Wastewater Laundry Year 2015 type of pre-experimental study with a one group pretest posttest design. Sub variables laundry waste water 100 ml and biosorbent taro stems, water hyacinth, banana stems, while the variable is decreased levels of phosphate laundry waste. Data analysis using one-way ANOVA test and multivariate regression. The average yield levels of phosphate wastewater before treatment 10.26 mg / L, whereas after treatment decreased biosorben highest on banana stems with the addition of 15 grams fospat decreased levels of 8.91 mg / L, bioabsorben taro stems of 5.43 mg / L; and ecenggondok of 8.44 mg / L. This result still exceeded the quality standard of 0.2 mg / L (PP No. 82 of 2011). ANOVA test results showed differences in decreased levels of phosphate laundry liquid waste with a value of $p = 0.046$ and banana stem biosorbent most influence on decreased levels of phosphate laundry waste

Keywords: Bioasorbent, phosphate, Laundry Wastewater

✉ Korespondensi Penulis:

Poltekkes Kemenkes Tanjungpinang, Jl. Arief Rahman Hakim, No.1 Tanjungpinang-Kepulauan Riau, 29124
(0771) 24086 / 08527000789 / zainul.ikhwan@gmail.com

Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan urbanisasi penduduk di wilayah perkotaan, membawa perubahan bagi pola hidup masyarakat dengan semakin tingginya jam kerja dan aktivitas yang dilakukan di kota besar, masyarakat tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan rumah tangga secara mandiri. Hal ini menyebabkan meningkatnya permintaan masyarakat atas layanan jasa rumah tangga, salah satunya adalah jasa pencucian pakaian (*Laundry*). Meningkatnya jumlah usaha industri *laundry* yang menghasilkan limbah cair sisa penggunaan detergen, maka limbah cair *laundry* yang dihasilkan semakin banyak setiap harinya.⁽¹⁾ Peningkatan jumlah limbah akibat pencucian pakaian yang dihasilkan ini memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik karena limbah *laundry* ini dapat mencemari badan air dan tanah. Dan akan mengganggu lingkungan sekitar menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan nutrisi terlarut, menurunnya kandungan oksigen terlarut dan kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air.⁽²⁾

Data Badan Pelayanan Perizinan Terpadu Pemerintah Kota Tanjung Pinang Tahun 2011–2014 data yang didapat jumlah *laundry* yang memiliki izin untuk mendirikan usaha di Kota Tanjung Pinang sebanyak 13 *laundry*.⁽³⁾ Limbah *laundry* tidak langsung memberikan efek negatif pada manusia, tetapi dapat merusak ekosistem yang ada di lingkungan. Sampai saat ini hampir semua industri *laundry* langsung membuang limbahnya ke saluran drainase atau badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu.

Menurut Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran, kandungan total fosfat sebagai Fosfat yang dizinkan untuk air golongan II adalah sebesar 0,2 mg/l.⁽⁴⁾ Undang-Undang RI No. 23 tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup terdapat pada pasal 20 ayat 4 yaitu bagi setiap usaha atau kegiatan yang menghasilkan limbah, pada umumnya limbah ini harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke media lingkungan

hidup sehingga tidak menimbulkan pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup.⁽⁵⁾

Limbah *laundry* mengandung fosfat yang tinggi, fosfat berasal dari *sodium tripoly fosfat (STTP)* yang merupakan salah satu bahan dalam detergen, yang berfungsi sebagai boiler menghilangkan mineral kesadahan dalam air detergen dapat bekerja secara optimal. Menurut Made, menyatakan fosfat tidak memiliki daya racun, bahkan sebaliknya merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan makhluk hidup. Akan tetapi keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air mengakibatkan eutrofikasi. Kondisi eutrofik ini mengakibatkan alga dapat berkembangbiak dengan pesat. Semakin banyak alga yang tumbuh semakin banyak oksigen yang digunakan untuk pernafasan alga. Kondisinya tersebut bisa menyebabkan oksigen berkurang. Akibatnya spesies makhluk hidup akan berkurang sehingga mengganggu ekosistem.⁽⁶⁾

Detergen *anionic* sering ditambahkan zat aditif lain seperti golongan ammonium kuarterner (*alkyldimethylbenzyl-ammonium chloride*, *diethnolamine/ DEA*) yang dapat membentuk senyawa nitrosamine. Senyawa nitrosamine ini bersifat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu beberapa jenis surfaktan seperti *sodium lauryl sulfate (SLS)* yang dapat menyebabkan iritasi kulit, memperlambat penyembuhan dan penyebab katarak pada mata orang dewasa.⁽⁷⁾

Perlu dicari alternatif penyisihan fosfat bahan pencemar limbah cair *laundry* tersebut. Salah satunya dengan absorpsi yang merupakan konsep yang sederhana, alami dan ekonomis. Penggunaan biomassa yang berasal dari tumbuhan yang telah mati sebagai absorben dalam proses absorpsi. Menurut Alayubi absorpsi bisa dilakukan dengan cara bioabsorpsi yaitu penyerapan menggunakan materi biologi (*biomaterial*) yang disebut bioabsorpsi. Penyerapan pada bioabsorpsi dapat terjadi secara aktif maupun pasif. Bioabsorpsi biasa menggunakan tanaman yang sudah tidak digunakan lain seperti batang keladi, batang pisang, maupun tumbuhan eceng gondok.⁽⁸⁾ Gulma merupakan tumbuhan pengganggu yang dapat berubah statusnya dalam berbagai habitat menurut kepen-

tingan manusia. Oleh karena itu tantangan bagi manusia untuk mengubah eceng gondok yang berstatus sebagai gulma /pengganggu menjadi sumber daya yang berproduktifitas tinggi. Penelitian Nugraheni dan Trihadaningrum pada menjelaskan tingginya daya serap eceng gondok terhadap unsur Cd, Hg, dan Ni.⁽⁹⁾ Penelitian Hasim mengatakan eceng gondok mampu menurunkan kadar besi (Fe).⁽¹⁰⁾

Pengolahan air limbah menjadi air bersih dapat dilakukan dengan tiga cara yakni pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi. Pengolahan yang paling sederhana dan tidak membutuhkan biaya adalah pengolahan secara biologi, salah satunya dengan menggunakan tumbuhan. Metode inilah yang akan dilakukan oleh peneliti dalam upaya untuk mengetahui “Efektifitas Biosorben Batang Keladi, Eceng Gondok dan Batang Pisang Menurunkan Fosfat Limbah Cair Laundry”.

Metode

Jenis penelitian *pra-eksperimen* dengan desain *one group pre posttest*. Lokasi penelitian dilakukan pada salah satu loundri di Kota Tanjungpinang, pada 23 juni s.d 01 Juli 2015. Dengan variabel bebas air limbah *laundry* 100 ml dan biosorben batang keladi, batang eceng gondok, batang pisang yang dijadikan serbuk sebanyak 5 gram, 10 gram dan 15 gram, dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dalam waktu 4 jam. Variabel terikat adalah penurunan kadar fosfat limbah *laundry* yang di analisis dengan menggunakan AAS, setiap pengukuran dilakukan pengulangan 2 kali. Analisis data menggunakan uji *one way anova*.

Hasil

Hasil laboratorium di ketahui bahwa kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben ecenggondok yang paling tinggi penurunannya terjadi pada kadar 10 gr terjadi penurunan kadar fosfat pada limbah laundry sebesar 8,44 gr. Pada biosorben batang pisang diketahui bahwa kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben batang pisang yang paling tinggi penurunannya terjadi pada kadar 15 gr terjadi penurunan kadar fosfat pada limbah laundry sebesar 8,91 gr. Se-

dangkan kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben batang keladi yang paling tinggi penurunannya terjadi pada kadar 15 gr terjadi penuruna kadar fosfat pada limbah laundry sebesar 5,43 gr.

Hasil pengukuran pH sebelum perlakuan 9,54 dan setelah perlakuan dengan menggunakan bioadsopsi ecenggondok 6,66-6,75; batang keladi nilai pH-nya yaitu 6,61-6,77 dan batang pisang nilai pH-nya yaitu 6,63-6,85. Hasil uji anova menunjukkan adanya perbedaan penurunan kadar fosfat limbah cair *laundry* dengan nilai $p=0,046$ dan biosorben batang pisang paling berpengaruh terhadap penurunan kadar fosfat limbah *laundry*.

Pembahasan

Hasil pemeriksaan kadar fosfat sebelum perlakuan 10,26 mg/L, angka ini telah melebihi baku mutu fosfat yaitu 0,2 mg/L, tentunya hal ini akan menimbulkan pencemaran dan menghambat penguraian proses biologi, mengakibatkan eutrofikasi, alga dapat berkembang dengan cepat. Detergen dapat mempermudah absorsi racun pada insang yang bersifat persisten sehingga terjadi akumulasi.

Penelitian ini memanfaatkan serat-serat dari batang eceng gondok, batang keladi dan batang pisang (biosorben) sebagai penyerap zat pencemar dalam hal ini fosfat. Hal penelitian Lestari menyatakan serat atau selulosa dapat digunakan sebagai meterial penyerap bahan berbahaya bagi lingkungan.⁽¹¹⁾ Yuliasari menyatakan selulosa dapat digunakan sebagai penyerap bahan, yang merupakan polisakarida yang penting bagi tanaman. Polisakarida merupakan polimer linier yang terdiri dari 300 s.d 15.000 D-Glukosa yang dihubungkan oleh ikatan β . Ikatan yang mengakibatkan permukaan rantai selulosa seragam dan membentuk lapisan serat seperti pori. Material padat berpori memiliki kemampuan menyerap bahan disekelilingnya sehingga dimanfaatkan sebagai material penyerap bahan berbahaya bagi lingkungan termasuk fosfat.⁽¹²⁾

Tabel 1 rata-rata kadar fosfat air limbah sebelum perlakuan 10,26 mg/L, diketahui kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben ecenggondok 10 gr terjadi

Tabel 1 Kadar Fosfat Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Biosorben Eceng Gondok

Perlakuan	Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Setelah Perlakuan dengan Eceng Gondok						
	Pretest	5 gram		10 gram		15 gram	
		nilai	Penurunan	nilai	Penurunan	nilai	Penurunan
I	11,01	6,18	4,83	2,18	8,83	2,33	8,68
II	9,63	7,71	1,92	1,49	8,14	2,38	7,25
III	10,13	6,88	3,25	1,77	8,36	1,34	8,70
Mean	10,26	6,92	3,33	1,81	8,44	2,05	8,21

Tabel 2 Kadar Fosfat Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Biosorben Batang Pisang

Perlakuan	Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Setelah Perlakuan dengan Eceng Gondok						
	Pretest	5 gram		10 gram		15 gram	
		nilai	Penurunan	nilai	Penurunan	nilai	Penurunan
I	11,01	7,88	3,13	2,11	8,9	1,29	9,72
II	9,63	4,65	4,98	2,87	6,67	1,18	8,45
III	10,13	5,12	5,01	1,89	8,24	1,56	8,57
Mean	10,26	5,88	4,37	2,29	7,97	1,34	8,91

penurunan kadar fosfat pada limbah laundry sebesar 8,44 gr, pada 15 gr terjadi peningkatan kembali kandungan fosfat karena terjadi titik jenuh menjadi 8,21mg/L. Pada tabel 3 diketahui kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben batang keladi 5 gram terjadi penurunan kadar fosfat limbah laundry sebesar 2,15 mg/L; pada 10 gram meningkat kembali sebesar 2,10 mg/L berarti mengalami kejenuhan dan 15 gram dengan penurunan 5,43 mg/L.

Menurut Zunindra hal tersebut terjadi karena semakin banyak absorben yang digunakan maka semakin banyak pula pori-pori pada permukaan absorben eceng gondok dapat menyerap fosfat dalam air, serta jarak yang ditempuh oleh permukaan air juga semakin panjang pada proses absorpsi.⁽¹³⁾ Namun konsentrasi ion yang diabsorpsi sudah melebihi batas maksimum, hal ini akan mengakibatkan kejenuhan pada absorben, sehingga kadar fosfat kembali meningkat pada penambahan absorben 15 gram. Kenaikan kadar fosfat juga dapat terjadi karena pengadukan 100 rpm, semakin cepat pengadukan menyebabkan partikel absorben yang telah terserap oleh absorben terlepas kembali akibat ikatan yang kurang stabil antara adsorbat yang telah terserap dengan adsorben.⁽¹⁴⁾

Hasim dari hasil penelitiannya mengatakan bahwa eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

mampu menurunkan logam berat plumbum pada perairan bebas.⁽¹⁰⁾ Suriawiria mengatakan tumbuhan perairan seperti eceng gondok dapat dikembangkan sebagai pembersih polutan yang ramah lingkungan. Kemampuan eceng gondok dalam menyerap berbagai polutan perairan, di antaranya logam berat plumbum dan cadmium, tidak terlepas dari kandungan / struktur batang tumbuhan ini.⁽¹⁵⁾

Penelitian Park dkk menggunakan kulit pisang, limbah teh hijau, kulit kacang dan sekam padi untuk mengadsorpsi Cr(VI) dari larutan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa biosorben yang paling efisien adalah kulit pisang. Satu gram biosorben dari kulit pisang dapat menurunkan 249,6 mg Cr(VI) pada pH awal 1,5. Bahkan kemampuan penurunan Cr(VI) ini 4 kali lebih besar dibandingkan kemampuan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ untuk mereduksi Cr(VI). Adsorpsi Cr(VI) menggunakan serbuk gergaji (Vinodhini dan Das, 2009). Kapasitas biosorpsi akan sangat tergantung pada pH larutan, dimana pH optimal adalah 2.⁽¹⁶⁾

Tabel 2 diketahui kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben batang pisang 5 gram terjadi penurunan kadar fosfat limbah laundry sebesar 4,37 mg/L; 10 gram penurunan sebesar 7,97 mg/L dan 15 gram dengan penurunan 8,91 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi biosorben pada pH dan waktu yang

Tabel 3 Kadar Fosfat Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Biosorben Batang Keladi

Perlakuan	Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Setelah Perlakuan dengan Batang Keladi						
	Pretest	5 gram		10 gram		15 gram	
		nilai	Penurunan	nilai	Penurunan	nilai	Penurunan
I	11,01	6,11	4,9	9,47	1,54	4,23	6,78
II	9,63	8,99	0,64	6,90	2,73	5,22	4,41
III	10,13	9,23	0,90	8,11	2,02	5,02	5,11
Mean	10,26	8,11	3,33	8,16	2,10	4,82	5,43

tetap maka kadar logam yang diadsorpsi akan semakin kecil. Hal ini diperkuat oleh Demirbas dkk bahwa penyebaran adsorben menjadi meningkat dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan menjadi lebih lama. Oleh karena itu kapasitas adsorpsinya akan semakin kecil.⁽¹⁷⁾

Limbah laundry dominan berasal dari pelembut pakaian dan deterjen. Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah ammonium klorida, LAS, sodium dodecyl benzene sulfonate, natrium karbonat, natrium sulfat, alkilbenzena sulfonate. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan yang tidak ramah lingkungan (non-biodegradable).⁽¹⁵⁾ Suriawiria, mengatakan kelompok tanaman amfibi, dapat digunakan dalam menurunkan kandungan logam berat, khususnya dalam bentuk Hg, Pb, dan Zn pada air buangan.⁽¹⁸⁾

Kemampuan tanaman air untuk meningkatkan kualitas limbah cair, antara lain dikemukakan oleh Stowel et al. dalam Tato, bahwa ada beberapa fungsi tanaman air pada sistem pengolahan limbah cair, yaitu bagian akar dan batang tanaman dapat menyerap dan menyaring bahan yang terlarut di dalam limbah cair serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Bagian tanaman yang berada di permukaan air, dapat melindungi perairan dari sinar matahari sehingga mencegah pertumbuhan ganggang, mengurangi pengaruh angin, dan mentransfer gas dari udara ke perairan, dari perairan ke tanaman atau sebaliknya.⁽¹⁹⁾

Tabel 3 diketahui kadar fosfat sesudah perlakuan menggunakan biosorben batang pisang 5 gram terjadi penurunan kadar fosfat limbah laundry sebesar 2,15 mg/L; 10 gram penurunan sebesar 2,10 mg/L dan 15 gram

dengan penurunan 5,43 mg/L.

Menurut teori, penurunan kadar fosfat dengan menggunakan cara biologi dengan memanfaatkan aktivitas mikroba dapat menurunkan kadar fosfat di dalam air limbah.⁽²⁰⁾ Reed et al. dalam Tato mengemukakan bahwa kehadiran tanaman air di dalam kolam pengolahan limbah sangat potensial untuk menyaring dan menyerap bahan yang terlarut di dalam limbah, melangsungkan pertukaran dan penyerapan ion, serta memelihara kondisi perairan dari pengaruh angin, sinar matahari dan suhu.⁽¹⁹⁾

Penurunan kadar fosfat terjadi karena tekstur batang pisang yang berongga mempermudah proses penyerapan zat-zat biosorben batang pisang pada limbah laundry. Kontak biosorben dan limbah laundry juga mempengaruhi penurunan kadar fosfat padanya. Kontak terjadi dengan pengadukan membuat biosorben bercampur dengan limbah.

Menurut Tanggio menyatakan waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai keseimbangan adsorpsi. Jika fasa cair yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorben melalui permukaan akan lambat. Oleh karena itu diperlukan pengocokan untuk mempercepat proses adsorpsi. Waktu kontak merupakan variabel yang mempengaruhi penyerapan dimana waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat (PO_4), dan proses adsorpsi akan terus berlangsung sebelum terjadi keseimbangan. Waktu operasi yang terlalu lama menyebabkan kontak adsorben dengan fosfat menjadi lebih efektif.⁽²¹⁾

Luas permukaan adsorben juga mempengaruhi penyerapan zat. Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan ini dipengaruhi oleh jumlah adsorben yang digunakan, ini sejalan dengan penambahan biosorben batang

pisang yang menunjukkan semakin banyak dosis penambahan yang digunakan maka akan semakin tinggi penurunan yang terjadi.

Kapasitas adsorpsi suatu adsorben bergantung dari jumlah gugus-gugus ion yang dapat ditukarkan yang terkandung dari setiap adsorben tersebut. Semakin besar jumlah gugus-gugus tersebut semakin besar pula nilai kapasitas adsorpsinya.⁽²²⁾ Pada proses adsorpsi terjadi pertukaran ion atau reaksi yang terjadi. Selulosa bereaksi dengan aquades kemudian pada proses adsorpsi terjadi mengkontakan antara adsorben dengan limbah laundry, melalui gaya perputaran. Pada proses adsorpsi gaya pergerakan yang mengikat adsorbat oleh adsorben yaitu gaya Van der Waals. Molekul terikat sangat lemah dan energy yang terlepas pada adsorpsi fisika relative rendah (<20 kJ/mol).⁽²³⁾ Dalam reaksi penurunan fosfat dalam limbah laundry ini gugus fungsi "O" akan menyerap fosfat sehingga mengurangi kandungan fosfat di dalam laundry.

Kesimpulan

Kandungan fosfat pada limbah laundry telah melewati nilai baku mutu yaitu 10,26 mg/L (PP No.82 Tahun 2001 yang diperbolehkan 0,2 mg/L). Penurunan kadar fosfat sesudah di bioadsorben 5 gr, 10 gr dan 15 gr masing-masing dengan ecenggondok penurunan 3,33, mg/L; 8,44 mg/L dan 8,21 mg/L, dengan batang pisang 4,37 mg/L; 7,97 mg/L dan 8,91 mg/L sedangkan dengan bioadsorben batang keladi terjadi penurunan 2,15 mg/L; 2,10 mg/L dan 5,43 mg/L.

Perlakuan dengan antara bioadsorben batang ecenggondok, batang pisang dan batang keladi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam menurunkan kadar fosfat limbah laundry x tahun 2015. Dan bioadsorben yang paling efektif dari ketiganya adalah batang pisang.

Daftar Pustaka

1. Anonim. Sodium Tripolyphosphate (STPP) CAS: 7758-29-4. Human and Environmental Risk Assessment on Ingredients of European Household Cleaning Product (HERA). [http://www.heraproject.com/](http://www.heraproject.com/files/13-f04%20HERA%20STPP%20full%20web%20wd.pdf)

[files/13-f04%20HERA%20STPP%20full%20web%20wd.pdf](http://www.heraproject.com/files/13-f04%20HERA%20STPP%20full%20web%20wd.pdf) 2003.

2. Anonim. Key Characteristics of Laundry Detergent Ingredients. EPA-744-F-99088. United State Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/dfe/pubs/laundry/technical/keychar.html> 1999.
3. Badan Pelayanan Perizinan Terpadu Pemerintah Kota Tanjung Pinang. Rekapitulasi Data Sekunder Profil Tahun 2011 – 2014.
4. Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran.
5. Undang-Undang RI No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
6. Made Yunarsi. Efektivitas membran khitosan dari kulit udang untuk menurunkan posfat dalam limbah laundry. Universitas Udayana Denpasar, Hlm 20-21. 2013.
7. Tutik, Regina Padmaningrum. Pengaruh biomasa melati air, teratai terhadap Kadar pospat, BOD, COD, TSS dan derajat keasaman limbah laundry. Universitas Negeri Yogyakarta. 2014.
8. Al-Ayubi, M.Ch. Skripsi: Studi kesetimbangan adsorpsi merkuri (II) pada biomassa daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). UIN Malang. 2007
9. Nugraheni P, Yulinah Trihadaningrum. Pengaruh sifat payau dan kesadahan sumber air oleh eceng gondok. Jurnal Kimia Lingkungan. Vol.3, No.2. 2002.
10. Hasim. Eceng gondok pembersih polutan logam berat. Kompas dalam kolom Inspirasi. Jakarta. 2003.
11. Lestari. Pemanfaatan serbuk ecenggondok untuk menurunkan kadar cadmium pada air sumur gali masyarakat Di Desa Namo Bintang Kecamatan Pancur Kabupaten Deli Serdang, Universitas Sumatera Utara. 2012.
12. Yuliasari, N, Miksusanti, Dian. Studi Penyerapan Procion pada Limbah Kain Tajung Menggunakan Serbuk Batang Eceng Gondok. FMIPA Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan. 2010.
13. Zunidra. Efektifitas Ketebalan Pasir Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fe Pada Air Sumur Gali Kelurahan Kenali Asam

- Bawah Kota Jambi. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat USU. Medan. 2000
14. Ramadhan Tosepu. Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) dan Cadmium (Cd) Oleh Eichornia Crassipes dan Cyperus Papyrus. J. Manusia Dan Lingkungan. Vol. 19, No.1, Maret. 2012: 37 - 45
 15. Kurniati, Elly. "Penurunan Konsentrasi Detergent Pada Limbah Industri Laundry Dengan Metode Pengendapan Menggunakan Ca(OH)_2 ", Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 1 No. 1, Surabaya. 2008.
 16. Park, D., Lim, SR., Yun, YS., Park, JM., 2008, Development of a new Cr(VI)-Biosorbent from Agricultural Biowaste, Biore-source Technology 99: 8810-8818
 17. Demirbas E, Kobya M, Senturk E, Ozkan T. Adsorption Kinetics for The Adsorben of Chromium (VI) from Aqueous on The Solutions on The Activated Carbons Prepared from Agricultural WastesWater SA 30:533-540. 2004.
 18. Suriawiria. Air dalam kehidupan dan lingkungan yang sehat. Alumni. Bandung 2006.
 19. Tato Syahriar. Model teknologi pengelolaan limbah cair rumah tangga dengan filter biogeokimia. Disertasi PPS Unhas tidak diterbitkan. Makassar. 2004.
 20. Connell, D. W, and Miller. G. J. "Chemical and Acotoxicology of Pollution", John Wiley and Sons, Inc, New York. 1984
 21. Tangio. Adsorpsi logam timbal dengan biomassa eceng gondok: Universitas Gorontalo. Hlm 17-19. 2012.
 22. Chalid, M. Studi keseimbangan adsorpsi merkuri pada biomassa eceng gondok: Fakultas Sains dan Teknologi Islam Negeri Malang. Hlm 27-29. 2007.
 23. Nailil, Muna. Kinetika adsorpsi karbon aktif dari batang pisang sebagai adsorben untuk menyerap ion logam Cr pada air limbah. Universitas Negeri Semarang. 2011